

PATENT COOPERATION TREATY

EO/US
PCT/EP00/01843

PCT

NOTIFICATION OF ELECTION

(PCT Rule 61.2)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

Assistant Commissioner for Patents
United States Patent and Trademark
Office
Box PCT
Washington, D.C.20231
ETATS-UNIS D'AMERIQUE

in its capacity as elected Office

Date of mailing: 14 September 2000 (14.09.00)	
International application No.: PCT/EP00/01843	Applicant's or agent's file reference: P 10235 WO
International filing date: 03 March 2000 (03.03.00)	Priority date: 06 March 1999 (06.03.99)
Applicant: KLEINDIEK, Stephan	

1. The designated Office is hereby notified of its election made:

☒ in the demand filed with the International preliminary Examining Authority on:
21 July 2000 (21.07.00)

☐ in a notice effecting later election filed with the International Bureau on:

2. The election ☒ was

☐ was not

made before the expiration of 19 months from the priority date or, where Rule 32 applies, within the time limit under Rule 32.2(b).

<p>The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland</p> <p>Facsimile No.: (41-22) 740.14.35</p>	<p>Authorized officer:</p> <p>J. Zahra</p> <p>Telephone No.: (41-22) 338.83.38</p>
--	--

Translation
09/14/90

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

10

Applicant's or agent's file reference P 10235 WO	FOR FURTHER ACTION See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. PCT/EP00/01843	International filing date (day/month/year) 03 March 2000 (03.03.00)	Priority date (day/month/year) 06 March 1999 (06.03.99)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC G01B 7/00		
Applicant NMI NATURWISSENSCHAFTLICHES UND MEDIZINISCHES INSTITUT AN DER UNIVERSITÄT TUBINGEN		

1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.

2. This REPORT consists of a total of 5 sheets, including this cover sheet.

☐ This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).

These annexes consist of a total of _____ sheets.

3. This report contains indications relating to the following items:

- I ☒ Basis of the report
- II ☐ Priority
- III ☐ Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
- IV ☐ Lack of unity of invention
- V ☒ Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
- VI ☐ Certain documents cited
- VII ☒ Certain defects in the international application
- VIII ☐ Certain observations on the international application

RECEIVED
MAR 11 2002
TE 2309 MAIL ROOM

Date of submission of the demand 21 July 2000 (21.07.00)	Date of completion of this report 04 July 2001 (04.07.2001)
Name and mailing address of the IPEA/EP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/EP00/01843

I. Basis of the report

1. This report has been drawn on the basis of (Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to the report since they do not contain amendments.):

- ☐ the international application as originally filed.
- ☒ the description, pages 1-5, as originally filed,
pages _____, filed with the demand,
pages _____, filed with the letter of _____,
pages _____, filed with the letter of _____.
- ☒ the claims, Nos. 1-9, as originally filed,
Nos. _____, as amended under Article 19,
Nos. _____, filed with the demand,
Nos. _____, filed with the letter of _____,
Nos. _____, filed with the letter of _____.
- ☒ the drawings, sheets/fig 1/1, as originally filed,
sheets/fig _____, filed with the demand,
sheets/fig _____, filed with the letter of _____,
sheets/fig _____, filed with the letter of _____.

2. The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages _____
- ☐ the claims, Nos. _____
- ☐ the drawings, sheets/fig _____

3. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).

4. Additional observations, if necessary:

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/EP 00/01843

V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

1. Statement

Novelty (N)	Claims	2, 6-9	YES
	Claims	1, 3-5	NO
Inventive step (IS)	Claims		YES
	Claims	2, 6-9	NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1-9	YES
	Claims		NO

2. Citations and explanations

This report makes reference to the following documents:

D1: WO-A-98/18169

D2: EP-A-0 112 454

D3: US-A-5 319 257

D4: EP-A-0 460 387.

1. Lack of novelty

The present application does not meet the requirements of PCT Article 33(1) because the subject matter of the following claims is not novel within the meaning of PCT Article 33(2).

Independent Claim 1

Re. independent Claim 1, each of the documents D1 and D2 shows an electromechanical drive device (D1: see the title, the abstract and Fig. 1; D2: see the title, the abstract and Fig. 2), in particular for accurately positioning an object in the nanometre to centimetre range; said device comprising

- a rotor (D1: see "shaft (10)"; D2: see "rotor (2)")
- mounted in a bearing device (D1: see "clamp unit (30)" and "rotational unit (60)" in Fig. 1; D2: see "cylindrical body (1)" in Fig. 1); and

- at least one piezoelectric element to which an electric voltage can be applied (D1: see "piezoelectric devices (34, 52, 74)" and page 3, lines 27-29; D2: see "piezoelectric elements (5, 6, 11, 12)");
- the bearing device comprising at least one rotor seat (D1: see "clutch unit (70)" and page 8, lines 8-24; D2: see "piezoelectric elements (5, 6, 11, 12)", "electrodes (7A, 7B, 8A, 8B)" and the abstract) which can rotate to a limited extent on a bearing block (D1: see "rotational unit (60)" and "clamp unit housing (31)" in Fig. 1; D2: see "holding portion (4)" in Fig. 2) and
- can be rotated by the expansion and/or contraction of the at least one piezoelectric element caused by the electric voltage.

Consequently, the subject matter of independent Claim 1 is anticipated by each of the documents D1 and D2 and is therefore not novel.

Dependent Claims

Claim 3: D2 describes the feature that the at least one rotor seat is a bearing ring (see "piezoelectric elements (5, 6)") mounted by a plurality of ridges (see "piezoelectric elements (11, 12)") on the bearing block (see "holding portion (4)").

Claim 4: D2 describes the feature that the bearing device comprises two bearing rings as rotor seats mounted by a plurality of ridges on bearing blocks, the rotor ends being mounted in the rotor seats and at least one of the bearing rings being rotatable by at least one piezoelectric element (see "piezoelectric elements (5, 6, 11, 12)" and Fig. 2).

Claim 5: D2 describes the feature that the bearing device

comprises a piezoelectrically driven bearing ring for supporting one end of the rotor and a low friction counterbearing for the other end of the rotor (see "piezoelectric elements (5, 6) and bearings (3)" and Fig. 1).

2. Lack of inventive step

Claim 2: D1 describes the feature that the rotor is mounted in the at least one rotor seat so as to frictionally rotate (see page 10, lines 1-2).

Claims 6-9: Dependent Claims 6-9 concern minor alterations to the design of the drive device as per Claim 1 which are straightforward to a person skilled in the art, on the basis of familiar considerations, especially since the advantages achieved thereby are easily foreseeable. Consequently, the subject matter of Claims 6-9 also fails to involve an inventive step.

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/EP 00/01843

VII. Certain defects in the international application

The following defects in the form or contents of the international application have been noted:

It is noted that the description did not cite any relevant prior art (D1-D4) (PCT Rule 5.1(a)(ii)).

The features of the claims are not followed by reference signs placed between parentheses (PCT Rule 6.2(b)).

VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

PCT

RECEIVED
06 JUL 2001

WIPO

INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

(Artikel 36 und Regel 70 PCT)

T16


Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts P 10235 WO	WEITERES VORGEHEN siehe Mitteilung über die Übersendung des internationalen vorläufigen Prüfungsberichts (Formblatt PCT/IPEA/416)	
Internationales Aktenzeichen PCT/EP00/01843	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 03/03/2000	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) 06/03/1999
Internationale Patentklassifikation (IPK) oder nationale Klassifikation und IPK G01B7/00		
Anmelder NMI NATURWISSENSCHAFTLICHES UND MEDIZINISCHES ...		

- Dieser internationale vorläufige Prüfungsbericht wurde von der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 36 übermittelt.
- Dieser BERICHT umfaßt insgesamt 5 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.
 - ☐ Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; dabei handelt es sich um Blätter mit Beschreibungen, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit vor dieser Behörde vorgenommenen Berichtigungen (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsrichtlinien zum PCT).

Diese Anlagen umfassen insgesamt 6 Blätter.

- Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:

- I ☒ Grundlage des Berichts
- II ☐ Priorität
- III ☐ Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit
- IV ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung
- V ☒ Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung
- VI ☐ Bestimmte angeführte Unterlagen
- VII ☒ Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung
- VIII ☐ Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Datum der Einreichung des Antrags 21/07/2000	Datum der Fertigstellung dieses Berichts 04.07.2001
Name und Postanschrift der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde:  Europäisches Patentamt D-80298 München Tel.: +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d Fax: +49 89 2399 - 4465	Bevollmächtigter Bediensteter Grand, J-Y Tel. Nr. +49 89 2399 2472



INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/EP00/01843

I. Grundlage des Berichts

1. Hinsichtlich der **Bestandteile** der internationalen Anmeldung (*Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigelegt, weil sie keine Änderungen enthalten (Regeln 70.16 und 70.17)*):
Beschreibung, Seiten:

1-5 ursprüngliche Fassung

Patentansprüche, Nr.:

1-9 ursprüngliche Fassung

Zeichnungen, Blätter:

1/1 ursprüngliche Fassung

2. Hinsichtlich der **Sprache**: Alle vorstehend genannten Bestandteile standen der Behörde in der Sprache, in der die internationale Anmeldung eingereicht worden ist, zur Verfügung oder wurden in dieser eingereicht, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

Die Bestandteile standen der Behörde in der Sprache: zur Verfügung bzw. wurden in dieser Sprache eingereicht; dabei handelt es sich um

- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen Recherche eingereicht worden ist (nach Regel 23.1(b)).
- ☐ die Veröffentlichungssprache der internationalen Anmeldung (nach Regel 48.3(b)).
- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen vorläufigen Prüfung eingereicht worden ist (nach Regel 55.2 und/oder 55.3).

3. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale vorläufige Prüfung auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das:

- ☐ in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.
- ☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.
- ☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfassten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

4. Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:

INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/EP00/01843

- ☐ Beschreibung, Seiten:
☐ Ansprüche, Nr.:
☐ Zeichnungen, Blatt:

5. ☐ Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der Änderungen erstellt worden, da diese aus den angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2(c)).

(Auf Ersatzblätter, die solche Änderungen enthalten, ist unter Punkt 1 hinzuweisen; sie sind diesem Bericht beizufügen).

6. Etwaige zusätzliche Bemerkungen:

V. Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

1. Feststellung

Neuheit (N)	Ja: Ansprüche	2, 6-9
	Nein: Ansprüche	1, 3-5
Erfinderische Tätigkeit (ET)	Ja: Ansprüche	
	Nein: Ansprüche	2, 6-9
Gewerbliche Anwendbarkeit (GA)	Ja: Ansprüche	1-9
	Nein: Ansprüche	

2. Unterlagen und Erklärungen siehe Beiblatt

VII. Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung

Es wurde festgestellt, daß die internationale Anmeldung nach Form oder Inhalt folgende Mängel aufweist:
siehe Beiblatt

Zu Punkt V

Begründete Feststellung hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung.

Es wird auf die folgenden Dokumente verwiesen:

D1 = WO-A-98/18169

D2 = EP-A-0 112 454

D3 = US-A-5 319 257

D4 = EP-A-0 460 387

1. Mangelnde Neuheit

Die vorliegende Anmeldung erfüllt nicht die Erfordernisse des Artikels 33(1) PCT, weil der Gegenstand der folgenden Ansprüche im Sinne von Artikel 33(2) PCT nicht neu ist.

Unabhängiger Patentanspruch 1

Bezüglich des unabhängigen Patentanspruchs 1 zeigt jedes der Dokumente D1 und D2 eine elektromechanische Antriebsvorrichtung (D1: siehe Titel, Zusammenfassung und Fig. 1 / D2: siehe Titel, Zusammenfassung und Fig. 2), insbesondere zur exakten

Positionierung eines Gegenstands im Nanometer- bis Zentimeterbereich; mit

- einem in einer Lagervorrichtung (D1: siehe "clamp unit (30)" und "rotational unit (60)" in Fig. 1 / D2: siehe "cylindrical body (1)" in Fig. 1) gelagerten

- Rotor (D1: siehe "shaft (10)" / D2: siehe "rotor (2)"); und mindestens

- einem, mit einer elektrischen Spannung beaufschlagbaren Piezoelement (D1: siehe "piezoelectric devices (34, 52, 74)" und Seite 3, Zeilen 27-29 / D2: siehe "piezoelectric elements (5, 6, 11, 12)"); wobei

- die Lagervorrichtung mindestens eine an einem Lagerblock (D1: siehe "rotational unit (60)" und "clamp unit housing (31)" in Fig. 1 / D2: siehe "holding portion (4)" in Fig. 2) begrenzt verdrehbar gelagerte

- Rotoraufnahme (D1: siehe "clutch unit (70)" und Seite 8, Zeilen 8-24 / D2: siehe "piezoelectric elements (5, 6, 11, 12)" und "electrodes (7A, 7B, 8A, 8B)" und Zusammenfassung) aufweist, die durch die von der elektrischen Spannung hervorgerufenen Ausdehnung und/oder Kontraktion des mindestens einen Piezoelements verdrehbar ist.

Daher wird der Gegenstand des unabhängigen Patentanspruchs 1 von jedem der Dokumente D1 und D2 vorweggenommen und somit ist nicht neu.

Abhängige Patentansprüche

Anspruch 3: das Merkmal, daß die mindestens eine Rotoraufnahme ein Lagerring (siehe "piezoelectric elements (5, 6)") ist, der über mehrere Stege (siehe "piezoelectric elements (11, 12)") an dem Lagerblock (siehe "holding portion (4)") gelagert ist, ist aus D2 bekannt.

Anspruch 4: das Merkmal, daß die Lagervorrichtung zwei über mehrere Stege an Lagerblöcken gelagerte Lagerringe als Rotoraufnahmen aufweist, in denen die Enden des Rotors gelagert sind, wobei mindestens einer der Lagerringe mittels mindestens eines Piezoelements verdrehbar ist, ist aus D2 bekannt (siehe "piezoelectric elements (5, 6, 11, 12)" und Fig. 2).

Anspruch 5: das Merkmal, daß die Lagervorrichtung einen piezoelektrisch angetriebenen Lagerring zur Aufnahme eines Endes des Rotors und ein Widerlager geringer Reibung für das andere Ende des Rotors aufweist, ist aus D2 bekannt (siehe "piezoelectric elements (5, 6) und "bearings (3)" und Fig. 1).

2. Mangelnde erfinderische Tätigkeit

Anspruch 2: das Merkmal, daß der Rotor reibend rotierbar in der mindestens einen Rotoraufnahme gelagert ist, ist aus D1 bekannt (siehe Seite 10, Zeilen 1-2).

Ansprüche 6-9: die abhängige Ansprüche 6-9 betreffen geringfügige bauliche Änderungen der Antriebsvorrichtung nach Anspruch 1, die im Rahmen dessen liegen, was ein Fachmann aufgrund der ihm geläufigen Überlegungen zu tun pflegt, zumal die damit erreichten Vorteile ohne weiteres abzusehen sind. Folglich liegt auch dem Gegenstand der Ansprüche 6-9 keine erfinderische Tätigkeit zugrunde.

Zu Punkt VII

Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung.

Es wird festgestellt, daß kein einschlägiger Stand der Technik (D1-D4) in der Beschreibung angegeben worden ist, Regel 5.1(a)(ii) PCT.

Die Merkmale der Ansprüche sind nicht mit in Klammern gesetzten Bezugszeichen versehen worden, Regel 6.2(b) PCT.

1/ptb

ELEKTROMECHANISCHE ANTRIEBSVORRICHTUNG MIT PIEZOELEMENT

Elektromechanische Antriebsvorrichtung

B e s c h r e i b u n g :

Die Erfindung betrifft eine elektromechanische Antriebsvorrichtung, insbesondere zur exakten Positionierung eines Gegenstands im Nanometer- bis Zentimeterbereich, mit einem in einer Lagervorrichtung gelagerten Rotor und mindestens einem, mit einer elektrischen Spannung beaufschlagbaren Piezoelement.

Aus der EP 0 611 485 B1 ist ein Linear-Motor mit einem Piezoelement bekannt, der dazu geeignet ist, eine Spitze einer nadelähnlichen Sonde bis in einen Bereich atomarer Größenordnung auf einer Oberfläche eines Objektes zu positionieren. Diese bekannte Positioniervorrichtung zeichnet sich dadurch aus, dass sie Sonden mit hoher Präzision im Nanometerbereich und gleichzeitig aber um größere Verstellwege im Zentimeterbereich bewegen kann. Sie vermeidet dabei die Nachteile herkömmlicher Einrichtungen wie Führungsspiel, Umkehrspiel, Drift, Schwingungsanfälligkeit oder Überdimensionierung.

Die bekannte Positioniervorrichtung eignet sich jedoch nur bedingt zu einer Änderung der Winkellage eines Gegenstands. Hierzu müssen die Positioniervorrichtungen mit entsprechenden Kopplungselementen zu dem zu positionierenden Gegenstand, beispielsweise einer Sonde, eingesetzt werden. Außerdem lassen sich nur kleine Winkelverstellungen erzielen.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine elektromechanische Antriebsvorrichtung zu schaffen, die Gegenstände bei geringem konstruktiven Aufwand mit hoher Präzision in der Winkellage verstellen kann.

Die Aufgabe wird mit einer elektromechanischen Antriebsvorrichtung der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die Lagervorrichtung mindestens eine an einem Lagerblock begrenzt verdrehbar gelagerte Rotoraufnahme aufweist, die durch die von der elektrischen Spannung hervorgerufenen Ausdehnung und/oder Kontraktion des mindestens einen Piezoelements verdrehbar ist.

Die erfindungsgemäße Antriebsvorrichtung kann in sehr kleinen Abmessungen hergestellt werden, sodass Störungen durch Temperatur oder äußere mechanische Einwirkungen beispielsweise durch Trittschall nur äußerst gering sind.

Das mindestens eine Piezoelement verändert seine Ausdehnung unter dem Einfluss der elektrischen Spannung nur um circa einen Mikrometer, sodass die Bewegungen der mindestens einen Rotoraufnahme äußerst gering sind. Damit auch größere Verstellwege des Rotors möglich sind, kann der Rotor reibend rotierbar in der mindestens einen Rotoraufnahme gelagert sein. Die Reibung zwischen dem Rotor und der mindestens einen Rotoraufnahme kann dabei vorzugsweise derart sein, dass der Rotor verhältnismäßig schnellen Drehbewegungen der mindestens einen Rotoraufnahme nicht folgt, aber verhältnismäßig langsamen Drehbewegungen der mindestens einen Rotoraufnahme folgt. Wird die Rotoraufnahme also durch das Piezoelement langsam bewegt, folgt der Rotor der Bewegung. Wird die Rotoraufnahme hingegen durch das Piezoelement relativ schnell bewegt, so kann der Rotor durch seine Trägheit der Bewegung nicht mehr folgen. Durch aufeinanderfolgende, abwechselnd langsame und schnelle Bewegungen der Rotoraufnahmen, kann eine quasi kon-

tinuierliche Rotationsbewegung des Rotors in der Rotoraufnahme erreicht werden. Die Elektroden des mindestens einen Piezoelements können hierzu an einen Sägezahngenerator angeschlossen sein, der im Wechsel langsame und schnelle Ausdehnungen und Kontraktionen des mindestens einen Piezoelements und damit Drehbewegungen der mindestens einen Rotoraufnahme erzeugt, wobei der Rotor den langsamen Drehbewegungen folgt und den schnellen Drehbewegungen nicht folgt.

Vorzugsweise kann die mindestens eine Rotoraufnahme ein Lagering sein, der über mehrere Stege an dem Lagerblock gelagert ist. Die Stege bilden dabei Biegeelenke, wodurch die Vorrichtung eine hohe mechanische Stabilität erreicht. Bei herkömmlichen Anordnungen können von außen auf das Piezoelement übertragene Kräfte, insbesondere Kräfte transversal zu seiner Ausdehnungsrichtung, den brüchigen Piezokristall zerstören. Die durch die Stege gebildeten Biegeelenke können hier solche Querkkräfte jedoch aufnehmen, sodass es nicht zu einer Zerstörung des Piezokristalls kommen kann.

Ein weiterer Vorteil dieser Anordnung besteht darin, dass die Biegeelenke die zu bewegenden Teile nicht führen müssen und dadurch Rückstellkräfte erzeugen. Die Rückstellkräfte der Stege greifen nur am Piezoelement an und sind außerdem sehr klein, da sich das Piezoelement nur um circa einen Mikrometer ausdehnt oder zusammenzieht. Da die Stege nicht am Rotor angreifen, sind auch beliebig große Verstellwinkel des Rotors erreichbar.

Bei einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung kann die Lagervorrichtung zwei über mehrere Stege an Lagerblöcken gelagerte Lagerringe als Rotoraufnahmen aufweisen, in denen die Enden des Rotors gelagert sind, wobei mindestens einer der Lagerringe mittels mindestens eines Piezoelements verdrehbar ist. Es ist damit also möglich, den Rotor beidseitig anzutreiben oder

aber nur einseitig, wobei dann der zweite Lagerring als reines Widerlager dient. Die beiden Lagerringe bilden in jedem Fall zwei Gleitlager, die an den Rotor angedrückt werden, wodurch eine spielfreie Drehung des Rotors möglich wird. Dadurch lassen sich auch im Nanometer-Bereich präzise Verstellungen erreichen.

Bei einer anderen Ausgestaltung kann die Lagervorrichtung einen piezoelektrisch angetriebenen Lagerring zur Aufnahme eines Endes des Rotors und ein Widerlager geringerer Reibung für das andere Ende des Rotors aufweisen. Mit einer solchen Ausgestaltung lassen sich besonders präzise Bewegungen erzielen.

Zur Reduzierung der Reibung kann der Rotor auch sich verjüngende Enden aufweisen. Diese können beispielsweise als Kugelkalotten ausgebildet sein. Falls der Rotor nur einseitig angetrieben wird, ist es dabei vorteilhaft, wenn die Kugelkalotte am Widerlager einen geringeren Durchmesser aufweist.

Nachfolgend wird ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Antriebsvorrichtung anhand der Zeichnung näher beschrieben.

Es zeigen:

Fig. 1 eine Seitenansicht auf eine erfindungsgemäße Antriebsvorrichtung;

Fig. 2 eine Innenansicht einer Lagervorrichtung der Antriebsvorrichtung aus Fig. 1.

Die Antriebsvorrichtung 10 aus Fig. 1 weist einen Rotor 11 mit sich verjüngenden Enden 11.1 und 11.2 auf, die in zwei Lagerelementen 12 und 13 gelagert sind. Die beiden Lagerelemente 12

und 13 sind durch Streben 14 miteinander verbunden und bilden gemeinsam die Lagervorrichtung für den Rotor 11. Dabei werden die Lagerelemente 12 und 13 federnd an den Rotor angedrückt.

In der Innenansicht des Lagerelements 12 aus Fig. 2 ist ersichtlich, dass dieses aus einem Lagerblock 15 gebildet ist, an dem ein Lagerring 16 als Rotoraufnahme über drei Stege 17 befestigt ist. In den Lagerring 16 ist dann der in Fig. 2 nicht dargestellte Rotor 11 eingesetzt. Durch ein Piezoelement 18, dessen Elektroden in nicht näher dargestellter Weise mit beispielsweise einem Sägezahngenerator verbunden sind, kann der Lagerring 16 durch Ausdehnung und Kontraktion des Piezoelements 18 in eine Drehbewegung versetzt werden, wobei die Stege 17 als Biegeelenke wirken. Der Rotor 11 ist im Lagerring 16 derart reibend gelagert, dass er langsamen Drehbewegungen des Lagerrings 16 folgen kann, schnellen Bewegungen aufgrund seiner Trägheit jedoch nicht mehr. Durch langsame Bewegungen des Lagerrings 16 kann der Rotor daher um sehr kleine Verstellwinkel verstellt werden, während durch einen Wechsel von schnellen und langsamen Bewegungen des Lagerrings 16 große Verstellwinkel oder auch eine kontinuierliche Rotationsbewegung des Rotors 11 erreicht werden können.

Die dargestellte Antriebsvorrichtung 10 eignet sich somit sowohl zur Positionierung eines Gegenstands um sehr kleine Verstellwinkel als auch um große Verstellwinkel.

Das zweite Lagerelement 13 kann genauso ausgebildet sein wie das Lagerelement 12, es kann jedoch auch ein einfaches Widerlager für den Rotor bilden, wobei zweckmäßigerweise die Reibung zwischen dem Rotor 11 und dem Widerlager 13 geringer ist als zwischen dem Rotor 11 und dem Lagerring 16.

P a t e n t a n s p r ü c h e :

1. Elektromechanische Antriebsvorrichtung, insbesondere zur exakten Positionierung eines Gegenstands im Nanometer- bis Zentimeterbereich, mit einem in einer Lagervorrichtung gelagerten Rotor (11) und mindestens einem, mit einer elektrischen Spannung beaufschlagbaren Piezoelement (18), dadurch gekennzeichnet, dass die Lagervorrichtung (12, 13, 14) mindestens eine an einem Lagerblock (15) begrenzt verdrehbar gelagerte Rotoraufnahme (16) aufweist, die durch die von der elektrischen Spannung hervorgerufenen Ausdehnung und/oder Kontraktion des mindestens einen Piezoelements (18) verdrehbar ist.
2. Antriebsvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Rotor (11) reibend rotierbar in der mindestens einen Rotoraufnahme (16) gelagert ist.
3. Antriebsvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine Rotoraufnahme ein Lagerring (16) ist, der über mehrere Stege (17) an dem Lagerblock (15) gelagert ist.
4. Antriebsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Lagervorrichtung (12, 13, 14) zwei über mehrere Stege (17) an Lagerblöcken (15) gelagerte Lagerringe (16) als Rotoraufnahmen aufweist, in denen die Enden (11.1, 11.2) des Rotors (11) gelagert sind, wobei mindestens einer der Lagerringe (16) mittels mindestens eines Piezoelements (18) verdrehbar ist.

5. Antriebsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Lagervorrichtung (12, 13, 14) einen piezoelektrisch angetriebenen Lagerring (16) zur Aufnahme eines Endes (11.1) des Rotors (11) und ein Widerlager geringerer Reibung für das andere Ende (11.2) des Rotors (11) aufweist.
6. Antriebsvorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Reibung zwischen dem Rotor (11) und der mindestens einen Rotoraufnahme (16) derart ist, dass der Rotor (11) verhältnismäßig schnellen Drehbewegungen der mindestens einen Rotoraufnahme (16) nicht folgt, aber verhältnismäßig langsamen Drehbewegungen der mindestens einen Rotoraufnahme (16) folgt.
7. Antriebsvorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Elektroden des mindestens einen Piezoelements (18) an einen Sägezahn-generator angeschlossen sind, der im Wechsel langsame und schnelle Ausdehnungen und Kontraktionen des mindestens einen Piezoelements (18) und damit Drehbewegungen der mindestens einen Rotoraufnahme (16) erzeugt, wobei der Rotor (11) den langsamen Drehbewegungen folgt und den schnellen Drehbewegungen nicht folgt.
8. Antriebsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Rotor (11) sich verjüngende Enden aufweist.
9. Antriebsvorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Rotor (11) kugelkalottenförmige Enden aufweist.

09/914901

**VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT
AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS**

PCT

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

(Artikel 18 sowie Regeln 43 und 44 PCT)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts P 10235 WO	WEITERES VORGEHEN siehe Mitteilung über die Übermittlung des internationalen Recherchenberichts (Formblatt PCT/ISA/220) sowie, soweit zutreffend, nachstehender Punkt 5	
Internationales Aktenzeichen PCT/EP 00/01843	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 03/03/2000	(Frühestes) Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) 06/03/1999
Anmelder NMI NATURWISSENSCHAFTLICHES UND MEDIZINISCHES ...		

Dieser internationale Recherchenbericht wurde von der Internationalen Recherchenbehörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 18 übermittelt. Eine Kopie wird dem Internationalen Büro übermittelt.

Dieser internationale Recherchenbericht umfaßt insgesamt 3 Blätter.

☒ Darüber hinaus liegt ihm jeweils eine Kopie der in diesem Bericht genannten Unterlagen zum Stand der Technik bei.

1. Grundlage des Berichts

- a. Hinsichtlich der **Sprache** ist die internationale Recherche auf der Grundlage der internationalen Anmeldung in der Sprache durchgeführt worden, in der sie eingereicht wurde, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.
- ☐ Die internationale Recherche ist auf der Grundlage einer bei der Behörde eingereichten Übersetzung der internationalen Anmeldung (Regel 23.1 b)) durchgeführt worden.
- b. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale Recherche auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das
- ☐ in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.
- ☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerisierbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in computerisierbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.
- ☐ Die Erklärung, daß die in computerisierbarer Form erfaßten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

2. ☐ Bestimmte Ansprüche haben sich als nicht recherchierbar erwiesen (siehe Feld I).

3. ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung (siehe Feld II).

4. Hinsichtlich der Bezeichnung der Erfindung

- ☐ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.
- ☒ wurde der Wortlaut von der Behörde wie folgt festgesetzt:

ELEKTROMECHANISCHE ANTRIEBSVORRICHTUNG MIT PIEZOELEMENT

5. Hinsichtlich der Zusammenfassung

- ☒ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.
- ☐ wurde der Wortlaut nach Regel 38.2b) in der in Feld III angegebenen Fassung von der Behörde festgesetzt. Der Anmelder kann der Behörde innerhalb eines Monats nach dem Datum der Absendung dieses internationalen Recherchenberichts eine Stellungnahme vorlegen.

6. Folgende Abbildung der **Zeichnungen** ist mit der Zusammenfassung zu veröffentlichen: Abb. Nr. 1
- ☐ wie vom Anmelder vorgeschlagen ☐ keine der Abb.
- ☒ weil der Anmelder selbst keine Abbildung vorgeschlagen hat.
- ☐ weil diese Abbildung die Erfindung besser kennzeichnet.

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 00/01843

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 IPK 7 G01B7/00 H01L41/09

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 G01B H01L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 98 18169 A (UNIV VICTORIA INNOVAT DEV) 30. April 1998 (1998-04-30) Seite 2	1
Y	US 5 319 257 A (MCINTYRE TIMOTHY J) 7. Juni 1994 (1994-06-07) Spalte 3 -Spalte 7	1,2,5-7
Y	EP 0 460 387 A (ROCKWELL INTERNATIONAL CORP) 11. Dezember 1991 (1991-12-11) Spalte 4 -Spalte 8	1,2,5-7
A	EP 0 112 454 A (HITACHI LTD) 4. Juli 1984 (1984-07-04) Seite 5 -Seite 13	1,2,5-7

-/-

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfindetischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfindetischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

23. Mai 2000

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

30/05/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Dietrich, A

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 00/01843

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 40 15 196 A (FUJI ELECTRIC CO LTD) 15. November 1990 (1990-11-15) Ansprüche 1-15 ---	1-9
A	GB 2 314 452 A (TAYLOR HOBSON LTD ;RANK TAYLOR HOBSON LTD (GB)) 24. Dezember 1997 (1997-12-24) Seite 7 -Seite 14 ---	1-9
A	WO 96 17430 A (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE ;DIEM BERNARD (FR); ROBERT PHILIPPE) 6. Juni 1996 (1996-06-06) Ansprüche 1-17 ---	1-9
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 017, no. 658 (P-1654), 6. Dezember 1993 (1993-12-06) & JP 05 216537 A (JAPAN AVIATION ELECTRON IND LTD), 27. August 1993 (1993-08-27) Zusammenfassung ---	1
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1995, no. 05, 30. Juni 1995 (1995-06-30) & JP 07 039175 A (SEIKO INSTR INC), 7. Februar 1995 (1995-02-07) Zusammenfassung -----	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 00/01843

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)		Publication date
WO 9818169	A	30-04-1998	AU	4768497 A	15-05-1998
US 5319257	A	07-06-1994	NONE		
EP 0460387	A	11-12-1991	US	5068566 A	26-11-1991
			BR	9102154 A	24-12-1991
			CA	2040882 A	05-12-1991
			CN	1057134 A,B	18-12-1991
			DE	69114571 D	21-12-1995
			DE	69114571 T	18-07-1996
			DK	460387 T	18-12-1995
			ES	2082031 T	16-03-1996
			JP	4281372 A	06-10-1992
EP 0112454	A	04-07-1984	JP	1024033 B	09-05-1989
			JP	1540620 C	31-01-1990
			JP	59076184 A	01-05-1984
			DE	3379306 D	06-04-1989
			US	4468583 A	28-08-1984
DE 4015196	A	15-11-1990	JP	3089873 A	15-04-1991
			US	5095725 A	17-03-1992
			US	5205147 A	27-04-1993
GB 2314452	A	24-12-1997	EP	0918593 A	02-06-1999
			WO	9748521 A	24-12-1997
WO 9617430	A	06-06-1996	FR	2727583 A	31-05-1996
			EP	0795231 A	17-09-1997
			JP	10510136 T	29-09-1998
			US	5965968 A	12-10-1999
JP 05216537	A	27-08-1993	NONE		
JP 07039175	A	07-02-1995	JP	2694313 B	24-12-1997

PCT
 WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
 Internationales Büro
 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)



(51) Internationale Patentklassifikation 7 : G01B 7/00, H01L 41/09	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 00/54004 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 14. September 2000 (14.09.00)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP00/01843 (22) Internationales Anmeldedatum: 3. März 2000 (03.03.00) (30) Prioritätsdaten: 199 09 913.8 6. März 1999 (06.03.99) DE (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): NMI NATURWISSENSCHAFTLICHES UND MEDIZINISCHES INSTITUT AN DER UNIVERSITÄT TÜBINGEN [DE/DE]; Markwiesenstrasse 55, D-72770 Reutlingen (DE). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): KLEINDIEK, Stephan [DE/DE]; Melanchtonstrasse 31, D-72074 Tübingen (DE). (74) Anwälte: MÖBUS, Rudolf usw.; Hindenburgstrasse 65, D-72762 Reutlingen (DE).	(81) Bestimmungsstaaten: AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZW, ARIPO Patent (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG). Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i>	

(54) Title: **ELECTROMECHANICAL DRIVE ELEMENT COMPRISING A PIEZOELECTRIC ELEMENT**

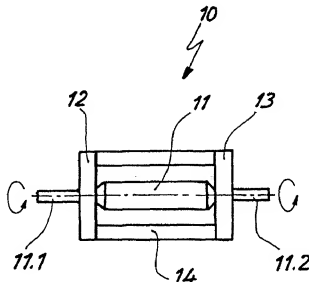
(54) Bezeichnung: **ELEKTROMECHANISCHE ANTRIEBSVORRICHTUNG MIT PIEZOELEMENT**

(57) Abstract

The invention relates to an electromechanical drive element which comprises a rotor that is received in a bearing and at least one piezoelectric element that is impinged upon with an electric voltage. Said bearing is provided with a rotor seat that is mounted on a bearing block and that can be rotated to a limited extent. Said rotor seat is rotated by the extension and/or contraction of the at least one piezoelectric element that is evoked by the electric voltage.

(57) Zusammenfassung

Eine elektromechanische Antriebsvorrichtung mit einem in einer Lagervorrichtung gelagerten Rotor und mindestens einem mit einer elektrischen Spannung beaufschlagbaren Piezoelement, wobei die Lagervorrichtung mindestens eine an einem Lagerblock begrenzt drehbar gelagerte Rotoraufnahme aufweist, die durch die von der elektrischen Spannung hervorgerufene Ausdehnung und/oder Kontraktion des mindestens einen Piezoelements drehbar ist.



LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabon	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

ELEKTROMECHANISCHE ANTRIEBSVORRICHTUNG MIT PIEZOELEMENT

Elektromechanische Antriebsvorrichtung

B e s c h r e i b u n g :

Die Erfindung betrifft eine elektromechanische Antriebsvorrichtung, insbesondere zur exakten Positionierung eines Gegenstands im Nanometer- bis Zentimeterbereich, mit einem in einer Lagervorrichtung gelagerten Rotor und mindestens einem, mit einer elektrischen Spannung beaufschlagbaren Piezoelement.

Aus der EP 0 611 485 B1 ist ein Linear-Motor mit einem Piezoelement bekannt, der dazu geeignet ist, eine Spitze einer nadelähnlichen Sonde bis in einen Bereich atomarer Größenordnung auf einer Oberfläche eines Objektes zu positionieren. Diese bekannte Positioniervorrichtung zeichnet sich dadurch aus, dass sie Sonden mit hoher Präzision im Nanometerbereich und gleichzeitig aber um größere Verstellwege im Zentimeterbereich bewegen kann. Sie vermeidet dabei die Nachteile herkömmlicher Einrichtungen wie Führungsspiel, Umkehrspiel, Drift, Schwingungsanfälligkeit oder Überdimensionierung.

Die bekannte Positioniervorrichtung eignet sich jedoch nur bedingt zu einer Änderung der Winkellage eines Gegenstands. Hierzu müssen die Positioniervorrichtungen mit entsprechenden Kopplungselementen zu dem zu positionierenden Gegenstand, beispielsweise einer Sonde, eingesetzt werden. Außerdem lassen sich nur kleine Winkelverstellungen erzielen.

- 2 -

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine elektromechanische Antriebsvorrichtung zu schaffen, die Gegenstände bei geringem konstruktiven Aufwand mit hoher Präzision in der Winkellage verstellen kann.

Die Aufgabe wird mit einer elektromechanischen Antriebsvorrichtung der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die Lagervorrichtung mindestens eine an einem Lagerblock begrenzt verdrehbar gelagerte Rotoraufnahme aufweist, die durch die von der elektrischen Spannung hervorgerufenen Ausdehnung und/oder Kontraktion des mindestens einen Piezoelements verdrehbar ist.

Die erfindungsgemäße Antriebsvorrichtung kann in sehr kleinen Abmessungen hergestellt werden, sodass Störungen durch Temperatur oder äußere mechanische Einwirkungen beispielsweise durch Trittschall nur äußerst gering sind.

Das mindestens eine Piezoelement verändert seine Ausdehnung unter dem Einfluss der elektrischen Spannung nur um circa einen Mikrometer, sodass die Bewegungen der mindestens einen Rotoraufnahme äußerst gering sind. Damit auch größere Verstellwege des Rotors möglich sind, kann der Rotor reibend rotierbar in der mindestens einen Rotoraufnahme gelagert sein. Die Reibung zwischen dem Rotor und der mindestens einen Rotoraufnahme kann dabei vorzugsweise derart sein, dass der Rotor verhältnismäßig schnellen Drehbewegungen der mindestens einen Rotoraufnahme nicht folgt, aber verhältnismäßig langsamen Drehbewegungen der mindestens einen Rotoraufnahme folgt. Wird die Rotoraufnahme also durch das Piezoelement langsam bewegt, folgt der Rotor der Bewegung. Wird die Rotoraufnahme hingegen durch das Piezoelement relativ schnell bewegt, so kann der Rotor durch seine Trägheit der Bewegung nicht mehr folgen. Durch aufeinanderfolgende, abwechselnd langsame und schnelle Bewegungen der Rotoraufnahmen, kann eine quasi kon-

tinuierliche Rotationsbewegung des Rotors in der Rotoraufnahme erreicht werden. Die Elektroden des mindestens einen Piezoelements können hierzu an einen Sägezahn-generator angeschlossen sein, der im Wechsel langsame und schnelle Ausdehnungen und Kontraktionen des mindestens einen Piezoelements und damit Drehbewegungen der mindestens einen Rotoraufnahme erzeugt, wobei der Rotor den langsamen Drehbewegungen folgt und den schnellen Drehbewegungen nicht folgt.

Vorzugsweise kann die mindestens eine Rotoraufnahme ein Lager-ring sein, der über mehrere Stege an dem Lagerblock gelagert ist. Die Stege bilden dabei Biegegelenke, wodurch die Vorrichtung eine hohe mechanische Stabilität erreicht. Bei herkömmlichen Anordnungen können von außen auf das Piezoelement übertragene Kräfte, insbesondere Kräfte transversal zu seiner Ausdehnungsrichtung, den brüchigen Piezokristall zerstören. Die durch die Stege gebildeten Biegegelenke können hier solche Querkkräfte jedoch aufnehmen, sodass es nicht zu einer Zerstörung des Piezokristalls kommen kann.

Ein weiterer Vorteil dieser Anordnung besteht darin, dass die Biegegelenke die zu bewegenden Teile nicht führen müssen und dadurch Rückstellkräfte erzeugen. Die Rückstellkräfte der Stege greifen nur am Piezoelement an und sind außerdem sehr klein, da sich das Piezoelement nur um circa einen Mikrometer ausdehnt oder zusammenzieht. Da die Stege nicht am Rotor angreifen, sind auch beliebig große Verstellwinkel des Rotors erreichbar.

Bei einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung kann die Lager-vorrichtung zwei über mehrere Stege an Lagerblöcken gelagerte Lagerringe als Rotoraufnahmen aufweisen, in denen die Enden des Rotors gelagert sind, wobei mindestens einer der Lagerringe mittels mindestens eines Piezoelements verdrehbar ist. Es ist damit also möglich, den Rotor beidseitig anzutreiben oder

aber nur einseitig, wobei dann der zweite Lagerring als reines Widerlager dient. Die beiden Lagerringe bilden in jedem Fall zwei Gleitlager, die an den Rotor angedrückt werden, wodurch eine spielfreie Drehung des Rotors möglich wird. Dadurch lassen sich auch im Nanometer-Bereich präzise Verstellungen erreichen.

Bei einer anderen Ausgestaltung kann die Lagervorrichtung einen piezoelektrisch angetriebenen Lagerring zur Aufnahme eines Endes des Rotors und ein Widerlager geringerer Reibung für das andere Ende des Rotors aufweisen. Mit einer solchen Ausgestaltung lassen sich besonders präzise Bewegungen erzielen.

Zur Reduzierung der Reibung kann der Rotor auch sich verjüngende Enden aufweisen. Diese können beispielsweise als Kugelkalotten ausgebildet sein. Falls der Rotor nur einseitig angetrieben wird, ist es dabei vorteilhaft, wenn die Kugelkalotte am Widerlager einen geringeren Durchmesser aufweist.

Nachfolgend wird ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Antriebsvorrichtung anhand der Zeichnung näher beschrieben.

Es zeigen:

Fig. 1 eine Seitenansicht auf eine erfindungsgemäße Antriebsvorrichtung;

Fig. 2 eine Innenansicht einer Lagervorrichtung der Antriebsvorrichtung aus Fig. 1.

Die Antriebsvorrichtung 10 aus Fig. 1 weist einen Rotor 11 mit sich verjüngenden Enden 11.1 und 11.2 auf, die in zwei Lagerelementen 12 und 13 gelagert sind. Die beiden Lagerelemente 12

und 13 sind durch Streben 14 miteinander verbunden und bilden gemeinsam die Lagervorrichtung für den Rotor 11. Dabei werden die Lagerelemente 12 und 13 federnd an den Rotor angedrückt.

In der Innenansicht des Lagerelements 12 aus Fig. 2 ist ersichtlich, dass dieses aus einem Lagerblock 15 gebildet ist, an dem ein Lagerring 16 als Rotoraufnahme über drei Stege 17 befestigt ist. In den Lagerring 16 ist dann der in Fig. 2 nicht dargestellte Rotor 11 eingesetzt. Durch ein Piezoelement 18, dessen Elektroden in nicht näher dargestellter Weise mit beispielsweise einem Sägezahngenerator verbunden sind, kann der Lagerring 16 durch Ausdehnung und Kontraktion des Piezoelements 18 in eine Drehbewegung versetzt werden, wobei die Stege 17 als Biegegelenke wirken. Der Rotor 11 ist im Lagerring 16 derart reibend gelagert, dass er langsamen Drehbewegungen des Lagerrings 16 folgen kann, schnellen Bewegungen aufgrund seiner Trägheit jedoch nicht mehr. Durch langsame Bewegungen des Lagerrings 16 kann der Rotor daher um sehr kleine Verstellwinkel verstellt werden, während durch einen Wechsel von schnellen und langsamen Bewegungen des Lagerrings 16 große Verstellwinkel oder auch eine kontinuierliche Rotationsbewegung des Rotors 11 erreicht werden können.

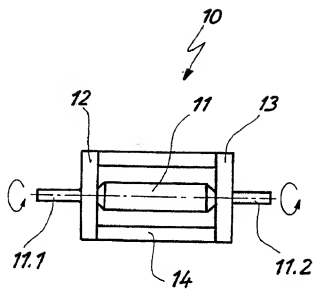
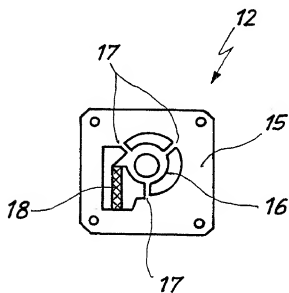
Die dargestellte Antriebsvorrichtung 10 eignet sich somit sowohl zur Positionierung eines Gegenstands um sehr kleine Verstellwinkel als auch um große Verstellwinkel.

Das zweite Lagerelement 13 kann genauso ausgebildet sein wie das Lagerelement 12, es kann jedoch auch ein einfaches Widerlager für den Rotor bilden, wobei zweckmäßigerweise die Reibung zwischen dem Rotor 11 und dem Widerlager 13 geringer ist als zwischen dem Rotor 11 und dem Lagerring 16.

P a t e n t a n s p r ü c h e :

1. Elektromechanische Antriebsvorrichtung, insbesondere zur exakten Positionierung eines Gegenstands im Nanometer- bis Zentimeterbereich, mit einem in einer Lagervorrichtung gelagerten Rotor (11) und mindestens einem, mit einer elektrischen Spannung beaufschlagbaren Piezoelement (18), dadurch gekennzeichnet, dass die Lagervorrichtung (12, 13, 14) mindestens eine an einem Lagerblock (15) begrenzt verdrehbar gelagerte Rotoraufnahme (16) aufweist, die durch die von der elektrischen Spannung hervorgerufenen Ausdehnung und/oder Kontraktion des mindestens einen Piezoelements (18) verdrehbar ist.
2. Antriebsvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Rotor (11) reibend rotierbar in der mindestens einen Rotoraufnahme (16) gelagert ist.
3. Antriebsvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine Rotoraufnahme ein Lagerring (16) ist, der über mehrere Stege (17) an dem Lagerblock (15) gelagert ist.
4. Antriebsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Lagervorrichtung (12, 13, 14) zwei über mehrere Stege (17) an Lagerblöcken (15) gelagerte Lagerringe (16) als Rotoraufnahmen aufweist, in denen die Enden (11.1, 11.2) des Rotors (11) gelagert sind, wobei mindestens einer der Lagerringe (16) mittels mindestens eines Piezoelements (18) verdrehbar ist.

5. Antriebsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Lagervorrichtung (12, 13, 14) einen piezoelektrisch angetriebenen Lagerring (16) zur Aufnahme eines Endes (11.1) des Rotors (11) und ein Widerlager geringerer Reibung für das andere Ende (11.2) des Rotors (11) aufweist.
6. Antriebsvorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Reibung zwischen dem Rotor (11) und der mindestens einen Rotoraufnahme (16) derart ist, dass der Rotor (11) verhältnismäßig schnellen Drehbewegungen der mindestens einen Rotoraufnahme (16) nicht folgt, aber verhältnismäßig langsamen Drehbewegungen der mindestens einen Rotoraufnahme (16) folgt.
7. Antriebsvorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Elektroden des mindestens einen Piezoelements (18) an einen Sägezahngenerator angeschlossen sind, der im Wechsel langsame und schnelle Ausdehnungen und Kontraktionen des mindestens einen Piezoelements (18) und damit Drehbewegungen der mindestens einen Rotoraufnahme (16) erzeugt, wobei der Rotor (11) den langsamen Drehbewegungen folgt und den schnellen Drehbewegungen nicht folgt.
8. Antriebsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Rotor (11) sich verjüngende Enden aufweist.
9. Antriebsvorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Rotor (11) kugelkalottenförmige Enden aufweist.

**Fig. 1****Fig. 2**

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. Appl. No.
PCT/EP 00/01843

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 G01B7/00 H01L41/09

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 G01B H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 98 18169 A (UNIV VICTORIA INNOVAT DEV) 30 April 1998 (1998-04-30) page 2 ---	1
Y	US 5 319 257 A (MCINTYRE TIMOTHY J) 7 June 1994 (1994-06-07) column 3 -column 7 ---	1,2,5-7
Y	EP 0 460 387 A (ROCKWELL INTERNATIONAL CORP) 11 December 1991 (1991-12-11) column 4 -column 8 ---	1,2,5-7
A	EP 0 112 454 A (HITACHI LTD) 4 July 1984 (1984-07-04) page 5 -page 13 ---	1,2,5-7

-/-

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

S document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

Date of mailing of the international search report

23 May 2000

30/05/2000

Name and mailing address of the ISA
European Patent Office, P.B. 5618 Patentaan 2
NL - 2260 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Dietrich, A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. oral Application No.

PCT/EP 00/01843

G.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 40 15 196 A (FUJI ELECTRIC CO LTD) 15 November 1990 (1990-11-15) claims 1-15 -----	1-9
A	GB 2 314 452 A (TAYLOR HOBSON LTD ;RANK TAYLOR HOBSON LTD (GB)) 24 December 1997 (1997-12-24) page 7 -page 14 -----	1-9
A	WO 96 17430 A (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE ;DIEM BERNARD (FR); ROBERT PHILIPPE) 6 June 1996 (1996-06-06) claims 1-17 -----	1-9
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 017, no. 658 (P-1654), 6 December 1993 (1993-12-06) & JP 05 216537 A (JAPAN AVIATION ELECTRON IND LTD), 27 August 1993 (1993-08-27) abstract -----	1
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1995, no. 05, 30 June 1995 (1995-06-30) & JP 07 039175 A (SEIKO INSTR INC), 7 February 1995 (1995-02-07) abstract -----	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No
PCT/EP 00/01843

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9818169 A	30-04-1998	AU 4768497 A	15-05-1998
US 5319257 A	07-06-1994	NONE	
EP 0460387 A	11-12-1991	US 5068566 A	26-11-1991
		BR 9102154 A	24-12-1991
		CA 2040882 A	05-12-1991
		CN 1057134 A, B	18-12-1991
		DE 69114571 D	21-12-1995
		DE 69114571 T	18-07-1996
		DK 460387 T	18-12-1995
		ES 2082031 T	16-03-1996
		JP 4281372 A	06-10-1992
EP 0112454 A	04-07-1984	JP 1024033 B	09-05-1989
		JP 1540620 C	31-01-1990
		JP 59076184 A	01-05-1984
		DE 3379306 D	06-04-1989
		US 4468583 A	28-08-1984
DE 4015196 A	15-11-1990	JP 3089873 A	15-04-1991
		US 5095725 A	17-03-1992
		US 5205147 A	27-04-1993
GB 2314452 A	24-12-1997	EP 0918593 A	02-06-1999
		WO 9748521 A	24-12-1997
WO 9617430 A	06-06-1996	FR 2727583 A	31-05-1996
		EP 0795231 A	17-09-1997
		JP 10510136 T	29-09-1998
		US 5965968 A	12-10-1999
JP 05216537 A	27-08-1993	NONE	
JP 07039175 A	07-02-1995	JP 2694313 B	24-12-1997